

Rec'd PCT/PTO 15 JUN 2005

PCT/EP 03/50955
10/539097
09.12.03

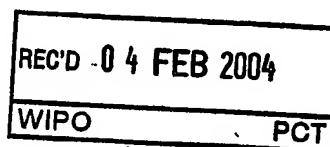
EP03/50955

证 明

本证明之附件是向本局提交的下列专利申请副本

申 请 日： 2002 12 18

申 请 号： 02 1 56367.5

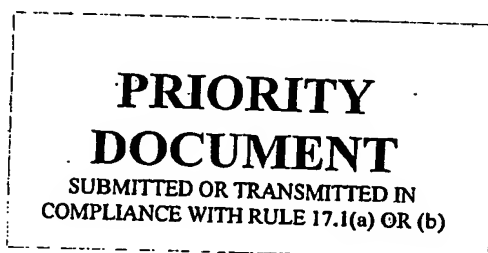
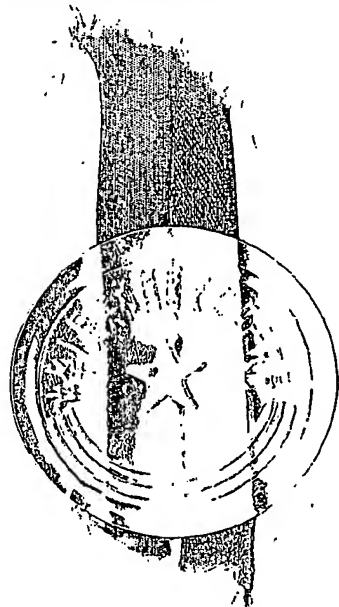


申 请 类 别： 发明

发明创造名称： 制备基于三聚氰胺的阻燃剂的方法和聚合物组合物

申 请 人： 西巴特殊化学品控股有限公司

发明人或设计人： Q · 王； Y · 陈； Y · 刘； X · 徐； H · 夏； Z · 华



中华人民共和国
国家知识产权局局长

王景川

2003 年 10 月 16 日

权 利 要 求 书

1. 一种通过包括三聚氰胺的化合物与多元醇反应制备基于三聚氰胺的阻燃剂的方法, 其特征在于包括三聚氰胺的化合物选自三聚氰胺磷酸盐、三聚氰胺焦磷酸盐和三聚氰胺多磷酸盐, 多元醇选自季戊四醇、二季戊四醇和第三季戊四醇, 该反应通过在挤出机中按包括三聚氰胺的化合物与多元醇摩尔比 1.0:1.0 至 4.0:1.0 反应性挤出进行, 并且该反应在温度 200 至 300℃ 下进行。
2. 根据权利要求 1 的方法, 其特征在于基于三聚氰胺的阻燃剂通过三聚氰胺磷酸盐与季戊四醇的反应制备。
- 10 3. 根据权利要求 1 的方法, 其特征在于挤出机为双螺杆挤出机。
4. 根据权利要求 1-3 任何一项的方法, 其特征在于包括三聚氰胺的化合物与多元醇的反应在至多 30 wt % 的聚合物存在下进行。
5. 根据权利要求 1 的方法, 其特征在于包括三聚氰胺的化合物与多元醇的反应在 5 至 20 wt % 的聚合物存在下进行。
- 15 6. 根据权利要求 4 的方法, 其特征在于聚合物选自聚乙烯、聚丙烯和高冲击聚苯乙烯。
7. 根据权利要求 6 的方法, 其特征在于聚乙烯为高密度聚乙烯。
8. 可通过根据权利要求 1 的方法获得的基于三聚氰胺的阻燃剂。
9. 一种聚合物组合物, 包含至少一种聚合物和至多 30 wt % 的根据权利要求 8 的基于三聚氰胺的阻燃剂。
- 20 10. 根据权利要求 9 的聚合物组合物, 其特征在于聚合物为聚丙烯。
11. 一种成型制品, 包括根据权利要求 8 的聚合物组合物。

说明书

制备基于三聚氰胺的阻燃剂的方法和聚合物组合物

技术领域

- 5 本发明涉及通过含三聚氰胺的化合物与多醇在挤出机中在非必要加入的聚合载体材料下反应来制备基于三聚氰胺的阻燃剂的方法。

背景技术

- 这种方法从 US-A-4, 010, 137 中已知, 该专利公开了一种方法, 其中三聚氰胺焦磷酸盐 (melamine pyrophosphate) 和季戊四醇合并作为
10 单一组分的阻燃剂并在容器中对在 175℃-275℃ 下加热 0.5-4 小时。特定的脱气条件确保把有效量的阻燃剂加入到合成树脂中。当把该合成树脂组合物进行模塑时没观察到明显的发泡。所得产品特别用于制备含阻燃剂的聚丙烯。另外, 该公开内容教导需要可在最高至 260℃ 下模制的稳定的基于三聚氰胺的阻燃剂。H₃PO₄, P₂O₅, 二季戊四醇和三聚氰
15 胺的反应产品作为特别稳定的阻燃剂予以公布。这种产品可在最高到 246℃ 的温度下模制而不发泡。在该文献中公开的方法的明显不足是制备这种阻燃剂需至少 0.5 小时到最长 4 小时的工艺时间。

- 在 WO 00/68337 中公开了一种制备基于三聚氰胺的阻燃剂的方法。该文献公开了一种方法, 其中制备含有季戊四醇和三聚氰胺磷酸
20 盐 (melamine phosphate) 的粉末共混物。然而, 这些粉末共混物在制备聚合物组合物的应用中特别受限, 原因是该粉末共混物在聚合物中加工期间, 例如在配混或注塑期间出现发泡。

- 一个严重问题归结于含磷酸酯基团的单组分阻燃剂容易水解。因此, 当这些阻燃添加剂与聚合物材料如聚丙烯掺混时, 其湿气敏感性
25 造成阻燃分子从聚合物基体中大量渗出, 导致聚合物组合物的阻燃效率降低并降低电绝缘性。

- 已知各种提高聚合物阻燃组合物耐水性的方法。它们包括将聚合物如聚乙酸乙烯酯部分磷酸化, 用乙烯基吡咯烷酮和共聚单体封装极性
30 阻燃组分, 例如酸源 APP 颗粒, 用表面活性剂 (非离子或离子) 对阻燃剂改性或用其它炭前体 (char former) 如二烷基锡氧化物、二烷基锡二烷氧化物或多元醇 (烷基碳酸酯) 取代多元醇 (极性物质)。这些方法中的一些对于改进聚合物阻燃组合物的耐水性有效, 但导致伴

随环境处理的复杂额外工艺。

发明内容

本发明的一个目的是提供制备基于三聚氰胺的阻燃剂和其高流动性母料的快速方法。

- 5 本发明的另一目的是制备具有提高的耐水性同时保持其阻燃性能 (UL94 V-0) 和机械性能的聚合物阻燃组合物。

这些目的通过本发明方法实现, 本发明涉及通过包括三聚氰胺的化合物与多元醇反应制备基于三聚氰胺的阻燃剂的方法。

- 10 可通过本发明方法获得的基于三聚氰胺的阻燃剂特别适合生产高耐水性的阻燃聚合物组合物。由于可通过本发明方法获得的基于三聚氰胺的阻燃剂的较高热稳定性, 因此该聚合物组合物可在比 US-A-4, 010, 137 中公开的聚合物组合物高的温度下模塑。

- 15 包含三聚氰胺的化合物和季戊四醇的混合物的阻燃聚合物组合物公开于 US-A-4, 632, 946 中。该文献仅公开了可在熔体温度至多 230 °C 下加工的聚合物组合物, 而在更高的温度下会发泡。这证实了已在 US-A-4, 010, 137 中涉及的稳定性问题。

- 20 本发明方法的另一优点建立在这样的事实上, 即获得的基于三聚氰胺的阻燃剂显示比根据 US-A-4, 010, 137 中描述的方法获得的基于三聚氰胺的阻燃剂高的稳定性程度。包括 US-A-4, 010, 137 的实施方案 II 阻燃剂的组合物必须在低于温度 232 °C 下模塑, 以防止发泡。根据本发明方法的基于三聚氰胺的阻燃剂在温度高达 280 °C 下也不显示任何发泡。

因此, 本发明还涉及可通过本发明方法获得的基于三聚氰胺的阻燃剂。

- 25 涉及通过包括三聚氰胺的化合物与多元醇反应制备基于三聚氰胺的阻燃剂的方法的本发明方法, 其特征在于包括三聚氰胺的化合物选自三聚氰胺磷酸盐、三聚氰胺焦磷酸盐和三聚氰胺多磷酸盐 (melamine polyphosphate), 多醇选自季戊四醇、二季戊四醇和三季戊四醇, 该反应通过在挤出机中按包括三聚氰胺的化合物与多元醇摩尔比 1.0:1.0 至 4.0:1.0 的反应性挤出进行, 同时该反应在温度 200 至 300 °C 下进行。

在本发明优选的实施方案中, 基于三聚氰胺的阻燃剂通过三聚氰胺磷酸盐与季戊四醇反应制备。

通过本发明方法，在短时间内获得制备基于三聚氰胺的阻燃剂的快速方法。

用于本发明方法的包括三聚氰胺的化合物，如三聚氰胺磷酸盐，和多元醇，如季戊四醇可为任何标准化学质量。它们优选以粉末形式使用。纯季戊四醇在 260℃ 下熔化，而混合物在低于 260℃ 下熔化。优选使用细粉末形式。三聚氰胺磷酸盐或其它包括三聚氰胺的化合物和季戊四醇以及其它多元醇可分别加入挤出机中，或可用例如高剪切混合器预混。优选使用预混合的混合物。如此减少物料流量控制的必要性。

10 在本发明方法中，将包括三聚氰胺的化合物，如三聚氰胺磷酸盐和多元醇，如季戊四醇在挤出机中反应。本方法实施方案涉及反应挤出。挤出机，如聚合物加工工业中通常使用的那些，例如单或双螺杆挤出机适合此目的。对于处理细粉末特别优选双螺杆挤出机。在本发明方法中，挤出机装有脱气装置。该脱气装置一般为挤出机中与真空
15 泵连接的端口或开口。

在挤出机中生产基于三聚氰胺的阻燃剂，它以挤出物形式经模头离开挤出机。将该挤出物冷却并优选通过切割成型为颗粒，优选珠粒。

在本发明方法中，将包括三聚氰胺的化合物和多元醇反应形成三聚氰胺磷酸盐-多元醇缩合物，如此释放相应摩尔当量的水。水经脱气
20 装置离开挤出机。在此应用中，三聚氰胺磷酸盐-季戊四醇缩合物也被称为基于三聚氰胺的阻燃剂。

三聚氰胺磷酸盐与季戊四醇的摩尔比为约 1.0:1.0 至 4.0:1.0。该摩尔比优选在约 2.0:1.0 至 2.4:1.0 之间选取。获得优良稳定性的基于三聚氰胺的阻燃剂。该摩尔比最优选为约 2.2:1.0。在本发明说明书部分上下文中，将热稳定性定义为在加热基于三聚氰胺的阻燃剂
25 时耐发泡的程度。为更精确地测量阻燃组合物的热稳定性差别，可使用物化方法，如热重量分析法 (TGA) 和差示扫描量热法 (DSC)。

包括三聚氰胺的化合物与多元醇反应获得基于三聚氰胺的阻燃剂可在温度约 100℃ 至 300℃ 下进行。然而，为完全转化，该反应必须在
30 温度高于 200℃ 下进行。

反应的最高温度选择低于 300℃。三聚氰胺磷酸盐与季戊四醇的反应优选在温度 220 至 280℃ 下进行。在 220 至 280℃ 之间，在反应速率

与反应产品基于三聚氰胺的阻燃剂的降解之间获得良好平衡。三聚氰胺磷酸盐与季戊四醇之间的反应优选在温度 240℃ 至 260℃ 下进行。在此温度范围内生产的基于三聚氰胺的阻燃剂的热稳定性优良。

5 本发明方法中的反应时间一般为 1 至 20 分钟，已发现挤出机中的第一批料在特别优选的温度范围 240 至 260℃ 下足以生产不发泡的基于三聚氰胺的阻燃剂。在该方法的另一实施方案中，将获得的基于三聚氰胺的阻燃剂再次投入挤出机中，利用二次通过挤出机，达到加倍的停留和反应时间。由于在挤出机中的更长反应时间，可实现获得高稳定性的基于三聚氰胺的阻燃剂。这种稳定性差可容易通过 TGA 评估
10 （将在下面描述）。此外，反应时间还可借助其它方式，例如通过调节挤出机中螺杆每分钟的转数，或通过在挤出机中使用所谓的静态混合器而改变。反应产品的发泡可以通过应用下面描述的发泡实验来测定。

已发现，除了包括三聚氰胺的化合物和多元醇外将聚合物材料加入挤出机中作为载体是有利的。特别是当挤出机在温度低于 270℃ 下操作
15 时，通过在阻燃剂组合物中存在低于 30 wt % 的聚合物实现更恒定的挤出机排出量。聚合物的量一般保持较低，例如 5.0 至 30.0 wt %，特别是 5.0 至 20.0 wt %，按阻燃剂组合物的总重量计。当暴露于水下时，存在于合适聚合物材料，如聚丙烯时阻燃剂组合物具有更高耐
20 水性，这对于保护聚合物材料抵抗因所谓燃烧保护剂的渗出作用造成的腐蚀是需要的，在此情况下，其为包括三聚氰胺的化合物磷酸盐与多元醇的反应产品。

在本发明优选的实施方案中，包括三聚氰胺的化合物与多元醇的反应在第三种组分，特别是 5.0 至 20.0 wt % 的聚合物存在下进行。

25 在本发明特别优选的实施方案中，三聚氰胺磷酸盐与季戊四醇的反应在 5.0 至 20.0 wt % 的聚合物存在下进行。

可选取适合在挤出机温度下，优选在加工温度低于 300℃ 下熔体加工的任何类型聚合物材料。通常该聚合物或载体树脂根据需要阻燃的聚合物基材选取。因其巨大的可得性和容易加工性能首选聚乙烯。已
30 发现，在此情况下通过使用高密度聚乙烯 HDPE，可生产浅色基于三聚氰胺的阻燃剂珠粒，该珠粒对于生产浅色阻燃聚合物组合物是有利的。在另一实施方案中，已发现使用聚丙烯是有利的。不仅获得可接

受颜色的阻燃母料，而且获得高流动性和优良阻燃性和机械性能的复合材料。此外，通过使用聚合物，更容易获得基于三聚氰胺的阻燃剂珠粒。

5 适合本发明聚合物组合物的其它聚合物是在温度低于 300℃，优选低于 280℃下加工的那些聚合物。这些聚合物的例子是聚烯烃，如聚丙烯(PP)，可为均聚或共聚或三元聚合物形式。

10 包括聚丙烯作为聚合物材料的阻燃剂组合物在加工期间具有良好的热稳定性。其分解温度与 PP 的热解点一致。未观察到典型的熔化过程，但观察到高于 180℃的软化区。这些成型颗粒当与 PP 配混时可变形和流动，并且容易获得有效的掺混和分散。在配混中，这种软化的阻燃剂组合物可增塑 PP 树脂熔体。少量的 PP 还可显著改进组合物的流动性。因此，获得高阻燃剂含量和高流动性的母料产品。这些阻燃剂颗粒可变形并在聚合物熔体的流动方向排列，由此形成典型的纤维结构。

15 下面非穷举列出另一些聚合物的名称：

含苯乙烯的聚合物，如 HIPS（高冲击聚苯乙烯）、聚酰胺、聚酰亚胺、聚酯、聚碳酸酯、环氧树脂、聚氨酯以及这些材料的混合物和共混物。

20 本发明的聚合物组合物可通过已知的工艺如挤出、配混或注塑生产。可通过本发明方法获得的基于三聚氰胺的阻燃剂在聚合物组合物中的量取决于所需的阻燃水平。这种要求的阻燃水平根据每一用途而变化。通常对于电子或建筑应用，需要不同的量。高达 30 wt % 的量足以确保在很多应用中的阻燃性能。为改进组合物抗分解、褪色或氧化的性能，该阻燃剂组合物可包括其它添加剂或助剂材料，如通常用于
25 配制聚合物组合物的着色剂、颜料、热和 UV-稳定剂、脱模剂、共阻燃剂、软化剂、润滑剂、抗氧剂、流动促进剂、分散剂、填料和增强剂。

在其中将阻燃剂组合物加入液体聚合物、聚合物溶液或聚合物分散体，如涂料组合物的那些方法中，助剂材料的选择通过该助剂材料在所述液体聚合物、聚合物溶液或聚合物分散体中的溶解性确定。

30 合适的有机助剂材料是基于乙烯基吡咯烷酮、乙酸乙烯酯和乙烯基己内酰胺，或其混合物的有机化合物、聚合物或共聚物。上述聚合物或共混物或基于环氧化物、氨基甲酸乙酯、丙烯酸酯、酯、酰胺、

硬脂酸酯、烯烃、纤维素衍生物或其混合物的另外的聚合物或共聚物也是合适的。当组合物由含水淤浆制备时，水溶性有机助剂材料是有利的，因为它们可容易加入该淤浆中。

5 当将通过本发明方法获得的基于三聚氰胺的阻燃剂加入含水的液体聚合物、聚合物溶液或聚合物分散体中时，附聚物容易分散。聚乙烯吡咯烷酮、聚乙烯醇和聚乙烯己内酰胺因其良好的水溶性容易操作并且可用于广泛领域。

有机助剂材料的量为 0.1 至 10.0 wt%，按组合物的总重量计。若要用可通过本发明方法获得的基于三聚氰胺的阻燃剂满足极高的阻燃要求，则优选使用 0.1 至 5.0 wt%，进一步更优选 0.1-3.0 wt%，按总附聚物计。

已发现，可通过本发明方法获得的基于三聚氰胺的阻燃剂的上述优点也适用于包括含卤素和不含卤素的其它阻燃剂化合物的组合物。然而，优选无卤素阻燃剂化合物，包括三嗪化合物，如三聚氰胺、三聚氰酸二酰胺和/或三聚氰酸一酰胺，其高级缩合物产品，如蜜白胺、蜜勒胺和/或氰尿酸，三聚氰胺衍生物，如三聚氰胺盐，如三聚氰胺磷酸盐、三聚氰胺乙酸盐、三聚氰胺焦磷酸盐、三聚氰胺多磷酸盐和/或三聚氰胺多磷酸铵盐；金属化合物如氢氧化铝、氢氧化镁、三氧化铋、Sb₂O₃、氧化锌、铋酸钠、锡酸锌和/或硼酸锌。

20 通过本发明方法获得的阻燃剂组合物在聚合物组合物中的阻燃性能可通过存在与该阻燃剂组合物具有协同作用的另外的化合物如形成炭(char-forming)的化合物(非必要地与促进形成炭的催化剂结合)增强。通常，能够借助形成炭增强阻燃性能的任何化合物都是适宜的，例如选自以下的酚类、环氧、聚氨酯、酚醛清漆、三聚氰胺、醇酸、25 烯丙基类、不饱和聚酯、硅氧烷、氨基甲酸乙酯和丙烯酸酯树脂，聚亚苯基醚，聚碳酸酯，聚乙烯醇，乙烯-乙烯基共聚物(poly(ethylene covinyl))、淀粉或葡萄糖的树脂聚合物。

钨酸的金属盐、钨与非金属的复合氧化物酸、锡氧化物的盐、氨基磺酸铵和/或其二聚体可用作促进形成炭的催化剂。

30 具体实施方式

本发明用下面的非限制性实施例和对比实验进一步说明。

在应用实施例中参考下面解释的各种试验方法：

· LOI (限制氧指数) 值: 用 ATLAS 限制氧指数仪对 120 mm (l) x 6.5 mm (b) x 3 mm (t) 片材按照 ASTM D2863-77 测量。较高的 LOI 值表示更好的阻燃性能

5 · 阻燃试验按照标准 UL 94 HB 测量。UL 94 包括用于棒形式的水平放置的固体塑料样品测试程序。棒的尺寸为 127 mm (l) x 12.7 mm (b)。棒的厚度应相当于预定用途的最小值。拉伸试验和断裂伸长按照 ISO 527-1A 进行。

· 冲击试验: 缺口冲击强度用 XJ-40A 冲击强度测试仪按照 ISO 180-A/U 测量。

10 · 发泡试验: 用于模塑的快速模拟和检查产品的稳定性。在发泡试验中, 将一定量的样品放入烧杯中, 将该烧瓶放入温度 280℃ 的烘箱中 30 分钟。目测评估发泡。

· TGA: 热重分析用 Dupont 2100 热分析仪进行。将这些样品自室温以速率 20℃/min 加热, 如此记录相对于温度的重量损失。

15

实施例 I: 用挤出机制备基于三聚氰胺的阻燃剂

20 将三聚氰胺磷酸盐和季戊四醇按摩尔比 2.2:1.0 在高剪切混合器中预混。将获得的预混物加入以螺杆速度 35 rpm 运行的双螺杆挤出机中 (D=30 mm; L/D=32; 装有真空脱氢装置)。此外, 将 HDPE 按 HDPE: 预混物比例 5:20 加入挤出机中。挤出机中的平均温度为 250℃, 停留时间为 3 至 5 分钟, 平均 4 分钟。将获得的挤出物切割为珠粒, 随后干燥。这些珠粒具有浅色。珠粒的稳定性通过发泡试验和 TGA 测定。结果概列于表 1 中。可以看出基于三聚氰胺的阻燃剂非常稳定, 因为它在 280℃ 时未显示发泡。

25

实施例 II-IV: 借助多次通过挤出机制备基于三聚氰胺的阻燃剂

将实施例 I 中获得的基于三聚氰胺的阻燃剂再次加入双螺杆挤出机中, 并按实施例 I 进行相同的处理。借助通过挤出机 4 次获得高达 16 分钟的更长反应时间。获得如下停留时间:

30

实施例 II: 2 次通过挤出机: 停留时间 = 8 分钟

实施例 III: 3 次通过挤出机: 总停留时间 = 12 分钟

实施例 IV: 4 次通过挤出机: 总停留时间 = 16 分钟

珠粒稳定性通过使用发泡试验和 TGA 测定。结果概列于表 1 中。

- 5 从实施例 I 中可以看出, 按照这些实施例获得的阻燃剂不显示发泡。此外, TGA 结果显示实施例 IV 的产品的低重量损失, 表明阻燃剂的稳定性在更长的总停留时间下进一步增加。

- 10 比较例 A, B: 按照 US-A-4, 010, 137 中表 I 的实施方案 II 将三聚氰胺焦磷酸盐和季戊四醇在 250℃ 加热

将三聚氰胺焦磷酸盐和季戊四醇按摩尔比 2.2:1.0 在高剪切混合器中预混。将该预混物放入烧杯中, 将该烧杯在 250℃ 的烘箱中加热。加热进行 20 分钟 (比较例 A) 或 40 分钟 (比较例 B)。

- 15 获得的产品的稳定性通过使用发泡试验测定。结果概括列于表 1 中。

表 1: 基于三聚氰胺的阻燃剂的稳定性试验

按照如下实施例获得的 基于三聚氰胺的阻燃剂	在 250℃ 下 的反应时间 [分钟]	发泡?	TGA* [wt %]
实施例 I	4	否	7
实施例 II	8	否	
实施例 III	12	否	
实施例 IV	16	否	5
比较例 A	20	是	
比较例 B	40	是	

*在 300℃ 时的重量损失 wt %

- 20 实施例 V: 实验条件和程序与实施例 I 中使用的相同, 不同的是三聚氰胺磷酸盐与季戊四醇的摩尔比为 1.6:1.0, 和另外的载体树脂为聚丙烯 (PP), 其中 PP 与预混物的比为 10:90。

实施例 VI: 实验条件和程序与实施例 V 中使用的相同, 不同的是另外的载体树脂为高 HIPS, 其中 HIPS 与预混物的比为 10:90。

实施例 VII-IX: 制备包含本发明基于三聚氰胺的阻燃剂的聚合物

5 组合物

生产基于聚丙烯 (PP, 均聚物, 熔体指数 3.4 g/10 min [按照 ISO 1133 (Procedure A) 在 230℃、2.16 kg 下测定]) 的包括按照实施例 V-VI 获得的基于三聚氰胺的阻燃剂和两种抗氧剂的聚合物组合物。将表 2 中定义的组合物加入实施例 I 描述的双螺杆挤出机中, 该挤出机在 70 rpm 和温度 190℃ 下运行。将离开挤出机的挤出物在水浴中冷却, 切割为珠粒并干燥。获得如下聚合物组合物:

实施例 VII: 阻燃剂组合物按照实施例 I 制备。

15 实施例 VIII: 阻燃剂组合物按照实施例 V 制备。

实施例 IX: 阻燃剂聚合物基体为 HIPS, 使用的阻燃剂按照实施例 VI 制备。

20 由这些珠粒, 在温度 250℃ 下模塑试样。模塑在无任何问题下进行。在试样中未发现发泡或捕集的气体。评估试样的一些性能并概括列于表 2 中。拉伸强度和冲击强度为纯 PP 的水平, 即具有拉伸强度和冲击强度分别为 36.1 Mpa 和 45 J/m。此外, LOI 从纯 PP 的 17.5 增加至 28, UL94 水平从失败增加至聚合物组合物的 V-0 等级。

25 比较例 C: 制备包含三聚氰胺磷酸盐和季戊四醇的聚合物组合物

聚合物组合物按照与实施例 VII 类似的方式生产。将作为阻燃剂的三聚氰胺磷酸盐与季戊四醇的粉末混合物 (比例 2.2:1.0) 与聚丙烯一起加入挤出机中。将试样按类似于实施例 VII 中概括列举的程序模塑。在模塑期间发生发泡。此外, 从表 2 中可以看出, 与具有拉伸强度 36 MPa 的纯 PP 相比, 机械性能降低。

表 2: 包含基于三聚氰胺的阻燃剂的聚合物组合物

组合物	实施例 VII	实施例 VIII	实施例 IX	比较例 C
PP 聚合物	74.4	77.2		79.4
HIPS 聚合物			66.1	
反应产品三聚氰胺 磷酸盐和季戊四醇	20.0	20.0	30.0	
载体树脂	5.0 (聚乙烯)	2.2 (聚丙烯)	3.3 (HIPS)	
混合物三聚氰胺磷 酸盐和季戊四醇				20
硫代二丙酸二月桂 基酯	0.3	0.3	0.3	0.3
双 (2, 4-二枯基苯基 季戊四醇二磷酸酯)	0.3	0.3	0.3	0.3
拉伸强度 ¹⁾ [Mpa]	35.4	31.0		27.7
冲击强度 ²⁾ [J/m]		44.0		
断裂伸长 ³⁾ [%]	6.1	100.0		2.8
LOI ⁴⁾ [%]	23	28	27	2.4
UL 94 3.2 mm	失败	V-0		失败

对于纯 PP 聚合物: ¹⁾ 36.1 Mpa, ²⁾ 45J/m, ³⁾ 410%, ⁴⁾ 17.5%, ⁵⁾
失败